로봇머신 데이터를 이용한 골프 클럽 피팅

박성진¹ · 전재홍¹ · 박영진¹

¹경희대학교 체육대학 골프경영학과

Golf Club Fitting Using Robot Machine Data

Sung-Jin Park¹ · Jai-Hong-Jun¹ · Young-Jin-Park¹

¹Department of Golf Management, Kyung Hee University, Yongin, Korea

Received 27 January 2012; Received in revised form 7 February 2012; Accepted 22 March 2012

ABSTRACT

The purpose of this study was to suggest the proper shaft and head fitting methods of the golf club to increase the flight distance of the golf ball. Rotations per minute of the golf ball(RPM), ratio of Ball speed to club head speed(T-Ratio) and launch angle right after impact(LA), which are directly related to ball flight distance, were measured using Spectra with shutter speed of 1/1000sec at the constant head speed of 95mph which was controlled by robot golf swing machine. In order to investigate the effect of club shaft to the 3 selected variables, 10 shafts were used to make ten test clubs with one controlled club head which is the most commonly used by golf players. To measure the effect of the club head to the 3 selected variables, 6 golf club heads which are most commonly used by golfers were selected to make 6 test clubs with a controlled shaft which is one of the best known by players.

The shafts and the heads were identified by statistical analysis to increase or decrease the RPM, T-ratio and LA. A proper fitting method of the selected shafts and the club head was suggested to increase the ball flight distance in golf.

Keywords : Head, Shaft, Cycle Per Minute(CPM), Trajectory, Back Spin

I. 서 론

스포츠 과학의 발달로 인하여 지난 100년간 스포츠 종목의 경기력이 현저히 향상되었으며 프로 골프 선수들의 경기력도 꾸준히 향상되었다(Chatterjee, Wiseman, & Perez, 2002).

좋은 골프 샷과 자신에게 맞는 골프클럽의 선택은 골프경기 에 많은 영향을 미치고 있으며 경기력에 가장 큰 영향을 미치는 2가지 요소는 비거리와 방향이다(Park & Jeon, 2009). 그래서 많은 골퍼들이 비거리를 늘리고 샷 방향의 정확성을

높이기 위해서 많은 노력을 하고 있다. 비거리를 결정하는

요소는 크게 3가지가 있는데 그것은 임팩트 순간 클럽 헤드의 스피드와 콘택트의 중심성, 헤드의 접근 각도이고, 정확성을 좌우하는 요소는 스윙레도와 임팩트 순간의 클럽 페이스 위치를 들 수 있다. 결국 볼의 비거리와 방향에 영향을 미치는 이들 5가지를 골프의 5대 법칙(The 5 laws of golf)이라 한다(PGA, 1990).

골프 스윙의 성공 여부를 판단하는 기준은 여러 가지가 있지만 제일 중요한 것은 일관성을 유지한 상태에서 빠른 스피드로 클럽의 페이스를 본인이 원하는 목표방향으로 보내는 기술이 중요하다(Heuler, 1996).

골프 변위 중 비행거리에 영향을 주는 요인들은 클럽 헤드 스피드, 볼이 클럽 면을 떠날 때의 방향과 볼의 높이 및 공기저항 등이 있다(Hay, 1985). 골퍼선수들은 비거리와 방향의 정확성을 향상시키기 위해 반복 연습을 통해 좋은 샷을 만들기 위해 노력을 하고 있으며 경기에서 좋은 결과를 얻기 위해서는 좋은 샷 뿐 만 아니라 자신의 스윙에 맞는 클럽의 선택이 대단

Corresponding Author : Young-Jin Park
Department of Golf Management, Kyung hee University,
1 Seochun dong Kihung-gu Yongin-si, Kyungki-do, Korea
Tel : +82-31-201-2706 / Fax : +82-31-201-3672
E-mail: yjpark@khu.ac.kr

히 중요한 요소가 되고 있음을 알고 있다. 개인의 샷 특성에 맞는 클럽을 과학적으로 맞추는 과정을 클럽 피팅(club-fitting)이라 하는데 수준이 높은 선수들에게는 대단히 중요한 과정으로 인식되고 있다(Park & Park 2008). Hong & Kim(2000)과 Kim et al.,(2002) 등의 연구에서는 골프 스윙 운동 분석에 관한 실험적 연구결과로 이들 연구에서는 주로 스윙분석에 관한 운동학적 변인들을 주로 다루었다.

많은 선수들과 연구자들도 골프 샷을 지나치게 중요하게 생각한 나머지 과학적인 클럽의 선택에는 상대적으로 둔감한 경향을 보이고 있는 실정이다. 골프 경기력이 높을수록 자신의 샷 특성에 맞는 클럽선택의 중요성이 더 높아지는 것은 당연하다. 그러나 골프클럽 선택에 관련된 선행연구를 살펴보면 Hale, Bunyan과 Squires(1998)는 대다수 골퍼들이 드라이버 선택에 있어서 타당한 과학적 증거보다는 오히려 유행이나 마케팅의 유혹에 의해 결정하기 쉽다고 보고 하였다. 최근 스포츠와 공학(engineering)의 결합으로 많은 스포츠장비 및 의복들이 과학적으로 설계 제작되어 운동경기의 경기력 향상에 큰 기여를 하고 있다(Kim et al., 2004). 하지만 스윙과 더불어 골프의 경기력 향상에 중요한 부분을 차지하는 클럽 피팅에 대한 연구는 부족한 실정이다.

골프 장비를 고려한 선행 연구를 살펴보면 Pelz(1990)는 그래파이트와 스틸샤프트의 정확도와 비거리를 비교하였으며 결과에서 그래파이트 샤프트는 약간의 거리를 증가시켰으며 스틸 샤프트는 그래파이트 샤프트보다 정확도에서 좋은 결과를 보였다고 보고하였다. 최근 Golf Magazine(2004)는 골프클럽의 길이가 46인치인 클럽이 대중화 되어 가고 있으며 무게는 310 g에서 260 g대의 가벼운 클럽까지 등장하고 있다고 보고하였다. 따라서 피팅 방법론에 관한 연구는 절대적으로 부족한 실정이다. 전통적인 골프클럽 피팅 방법은 헤드디자인(또는 브랜드)의 선택과 샤프트 소재(스틸과 그래파이트)와 강도(L: lady, A: amateur, R: regular, S: stiff, X: extra stiff)의 결정이었다. 샤프트 강도 결정은 스윙 중 클럽 헤드스피드를 측정하여 헤드 스피드가 높고 가속능력이 높을수록 강한 샤프트를 사용하도록 하는 방법을 사용하였다. 그러나 이 방법은 샤프트 제조회사별로 강도 등급의 차이가 있어 샤프트 교환 시 문제가 많으며, 선수마다 샤프트를 교환하는 이유가 다양한 관계로 문제점이 있다.

골프클럽은 헤드, 샤프트, 그립이 한 개의 클럽을 구성하고 피팅에서 중요하게 다루는 요소에는 무게중심, 로프트 각, 라이 각, 페이스 각, 샤프트 무게, 샤프트강도, 그립의 무게, 크기, 클럽의 길이, 클럽의 무게, 스윙 웨이트 등 20여 가지가 있으며 이 요소는 경기력을 좌우하는 비거리, 정확성, 백스핀, 비행탄도, 감 등에 영향을 미치게 된다.

골퍼들을 위한 클럽 피팅에서는 골퍼의 문제점을 보완하고 경기력을 향상시키기 위한 구체적인 요소(비거리, 방향, 백스핀, 탄도, 감)의 결정과 그에 따른 골프클럽 헤드와 샤프트의 선택

이 가장 중요한 과정일 것이다. 따라서 본 연구는 가장 많은 골퍼들이 원하는 비거리의 향상을 위한 드라이버 클럽의 헤드와 샤프트의 피팅 방법을 제시하는데 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구 대상 샤프트 및 헤드

본 연구에서는 많은 골퍼들이 샷의 비거리와 정확성에 가장 민감한 드라이버 클럽을 구성하는 헤드 중에서 프로선수들을 대상으로 설문조사를 통하여 선호도가 높은 6가지 종류를 선택하였고, 샤프트는 국내 브랜드 중에서 세계적인 인지도가 높다고 판단되는 M사의 샤프트 10종을 선택하였다. 본 연구에서 사용된 헤드 및 샤프트의 제조회사 및 제품사양은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Golf club head and shaft

Head model	Shaft model
TAYLORMADE Bumer 10	MFS-Xcon5
MFS MATRIX X5	MFS-Xcon6
COBRA King Speed	MFS-Xcon7
TITLELIST 909D	MFS-Code6
CALLWAY BB Fusion	MFS-Code7
TAYLERMADE - Sup. R7	MFS-F6M2
	MFS-F7M2
	MFS-F7M2LTD
	MFS-TP6HD
	MFS-TP7HD

2. 실험방법 및 절차

1) 측정기기

본 연구에 사용된 측정기기는 <Table 2> 와 같다.

Table 2. Experimental equipment

Equipment	Manufacturer	Measurement Item
Robot swing machine	TECHNOTREN (USA)	Golf swing
Club CPM machine	MFS GOLF (KOREA)	Cycle per minute
Club length machine	MFS GOLF (KOREA)	Club length
Impactra machine	Vector korea (KOREA)	Head speed, Trajectory T-ratio, Back spin

2) 실험방법

(1) 드라이버 헤드의 로프트 각, 라이 각 측정

Figure 1. Driver club loft

Figure 2. Driver club lie

로프트 각 측정은 클럽의 솔 중심을 바닥에 놓았을 때 지면과 수직인 선과 클럽페이스 중심을 지나는 선과의 각을 바닥에서 1/2인치 지점에서 측정하였다. 라이 각은 클럽페이스 솔 중심을 바닥에 놓았을 때 바닥면과 호젤의 중심선과 이루는 각을 측정하였다.

(2) 동일한 강도의 샤프트 선택을 위한 CPM(cycle per minute: 분당 진동수) 측정방법

샤프트 강도의 척도인 CPM 측정은 본 실험에서 사용될 M사의 10개의 45인치 드라이버 샤프트의 그림 부분을 Frequency Analyzing Machine에 잘 고정하고 팁(tip) 부분에 195 g의 추를 고정한 후에 샤프트가 진동하도록 끝 부분을 밑으로 당겼다가 놓고 3회 측정하였으며 6개 모델에서 동일한 CPM값을 가진 샤프트를 선택하여 본 연구에 사용하였다.

(3) 45인치 드라이버 제작

본 연구에 사용된 샤프트는 클럽길이 측정기를 이용하여서 클럽 피팅 전문가가 정밀하게 길이를 조절하여 드라이버 클럽의 표준길이인 45인치 클럽을 스윙 웨이트 D1으로 하고 투어벨벳 그림을 사용하여 드라이버 클럽을 제작하여 실험에 사용하였다.

3) 측정변인 및 측정방법

본 연구의 실험절차는 제작한 드라이버 클럽을 로봇 스윙머신에 장착하여 스윙 스피드를 95 mph로 동일하게 설정하였다. 드라이버 클럽의 성능을 결정하는 주요 변인인 헤드스피드, 볼 스피드, 타-레이시오(t-ratio), 백스핀, 발사각 등을 임팩트라(Impactra) 기기를 로봇스윙 머신과 동조하여 측정하였다.

또 한 본 실험에 사용한 볼은 타이틀리스트사의 Pro v1 모델을 동일하게 사용하여 분석하였다.

Figure 3. Robot swing machining

Figure 4. Impactra machining

- (1) M사의 샤프트 10종의 성능을 비교분석하기 위하여 헤드는 골프선수들의 선호도가 가장 높은 T사의 R-9모델, 460 cc, 10도의 로프트 각을 동일하게 사용하고, M사가 생산하는 10종의 샤프트로 드라이버를 제작하여 로봇 스윙 머신을 이용하여 헤드스피드 95 mph로 5회씩 스윙을 하여 5개 변인들을 조사하였다. 10개의 샤프트는 모델은 다르지만 45인치 드라이버, CPM 245, 스윙 웨이트 D1, 골프프라이드 투어벨벳 그림 52 g으로 동일한 스펙으로 제작하여 실험을 하였다.
- (2) 드라이버 헤드의 성능을 비교하기 위해서 샤프트는 동일하게 M사의 (OSIK 샤프트, 골프프라이드 투어벨벳 그림 52 g) 샤프트를 사용하였으며 본 연구를 위해 선택된 6개의 다른 헤드로 드라이버를 제작하여 로봇 스윙머신의 스피드 95 mph로 동일하게 설정하여서 헤드가 바뀌었을 때 5개 변인들의 값을 측정하였다.

4) 분석변인 및 용어해설

- (1) 헤드 스피드(head speed) : 임팩트 시 클럽헤드의 직선속도이다.
- (2) 볼 스피드(ball speed) : 볼 스피드는 헤드스피드에 의한 임팩트 결과물로 볼이 반발되어 나가는 직선속도이다.
- (3) 티 레이션(T-ratio) : 샷의 효율성을 판단하는 기준으로서 볼 스피드를 헤드스피드로 나눈 값이다(샷의 효율성).
- (4) 백스핀(back spin) : 골프 볼의 역회전을 말하며 탄도와 비거리에 영향을 주며 골프 볼의 착지 시 공의 구름에 영향을 준다.
- (5) 발사각(trajecory) : 볼의 초기 발사 각도를 말하며 비거리에 많은 영향을 미친다.

3. 자료처리 방법

본 연구의 자료처리는 SPSS/PC+ window version 12.0 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 자료처리 방법은 다음과 같다.

- 1) 로봇머신을 이용하여 측정한 샤프트, 헤드의 백스핀, 티-레이션, 발사각 등의 기술통계(평균과 표준편차)를 실시하였다.
- 2) 헤드가 비거리에 미치는 영향을 분석하기 위하여 동일한 샤프트에 6가지의 종류의 헤드를 조립하여 성능 분석한 모든 결과를 상, 하 그룹으로 나누어서 그룹간의 차이를 분석하기 위하여 독립표본 t-test(independent)를 실시하였으며 유의수준은 $p<.05$ 로 설정하였다.
- 3) 샤프트가 비거리에 미치는 영향을 분석하기 위하여 동일한 헤드를 10가지 종류의 다른 샤프트에 조립하여 성능 분석한 모든 결과를 상, 하 그룹으로 나누어서 그룹간의 차이를 분석하기 위하여 독립표본 t-test(independent)를 실시하였으며 유의수준은 $p<.05$ 로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 샤프트 피팅 방법

샤프트가 비거리를 결정하는 요소인 백스핀, 티-레이션, 발사각에 미치는 영향을 분석하기 위하여 로봇 머신의 스윙스피드를 95 mph로 일정하게 고정시켜 놓고 드라이버 클럽의 헤드는 동일한 것 (T사의 R-9 모델, 10도의 로프트, 골프프라이드 회사의 52 g의 투어 벨벳 그립)으로 하였다. T사의 제품을 선택

한 이유는 착탈식 방식의 헤드로서 동일한 헤드에 동일한 조건으로 테스트가 가장 용이한 모델이라는 점과 드라이버 시장점유율이 높은 회사의 제품 선택을 통하여 신뢰성을 높이기 위해서이다. 10개 모델의 샤프트를 가지고 5회씩 측정한 백스핀, 티-레이션, 발사각을 상위그룹과 하위그룹으로 구분한 평균과 표준편차를 산출하였다. 샤프트는 M사의 샤프트를 사용하였으며 10가지 각기 다른 제품이지만 드라이버 클럽에서 헤드 스피드 95 mph에 골퍼 들이 일반적으로 가장 많이 사용하고 있는 CPM 245, 45인치, 스윙 웨이트 D1으로 동일한 조건으로 드라이버를 제작하고 샤프트 성능을 분석하였다.

1) 백스핀 결과

샤프트가 백스핀에 미치는 영향을 분석하기 위하여 로봇머신의 스윙 스피드를 95 mph로 고정하고 P사의 52 g 그립과 T사의 R-9 모델헤드를 M사 제품 10종의 샤프트로 클럽을 제작하여 백스핀 량을 조사한 결과 샤프트의 강도가 같더라도 샤프트종류에 따라 백스핀 량에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다<Table 3>.

백스핀 상, 하 그룹간의 차이를 비교한 결과 백스핀 상위그룹 샤프트 백스핀은 3636.60 ± 134.50 rpm 이고 하위 그룹 샤프트 백스핀은 3342.00 ± 113.59 rpm 로 두 그룹 간에 통계적 유의수준 ($p<.01$)에서 유의한 차이를 나타냈다.

Table 3. Back spin resul

(unit: rpm)

	model	Back spin	S.D	t-value
High	Code7	3812.20 ± 29.16	3637.20 ± 142.08	8.283**
	Code6	3710.40 ± 31.87		
	Xcon6	3680.40 ± 24.32		
	Xcon5	3506.40 ± 13.50		
	F6M2	3476.60 ± 66.31		
Low	F7M2LTD	3444.60 ± 68.28	3336.28 ± 112.33	
	Xcon7	3417.40 ± 59.77		
	F7M2	3385.40 ± 50.62		
	TP7HD	3242.40 ± 68.10		
	TP6HD	3191.60 ± 23.71		

Note. Significant at ** $p<.01$

샤프트 Code7, Code6, Xcon6이 나머지 샤프트에 비하여 백스핀의 양이 동일한 스윙에서 높은 것으로 본 연구 결과에서 나타났다. 일반적으로 선수들이 드라이버 샷을 했을 때의 백스핀량은 3500-4000 rpm 이다(Park & Jeon, 2009). 백스핀량은 헤드의 로프트각과 헤드 스피드에 비례하고, 비행 시 볼 상하의 기압 차이로 볼을 상승시키는 매그너스 효과(magnus effect)를 일으키기 때문에 수평속도를 높이기 위해 볼의 초기 탄도를 낮아도 상승효과로 인하여 볼의 비행시간을 길게 함으로써 비거리를 향상시키는 역할을 하게 된다. 본 연구결과 동일한 스윙과 동일한 헤드의 클럽도 샤프트에 따라 백스핀의 양이 달라지는 것으로 나타났다.

2) 샷의 효율성결과

타-레이시오(T-ratio)는 볼의 속도를 클럽헤드의 스윙속도로 나눈 값으로서 샷의 효율성을 나타내는 지표이다. 이 값은 임팩트 시 볼이 헤드의 스위트 스팟(sweet spot)에 얼마나 정확하게 맞느냐에 따라 결정이 된다. 또한 클럽헤드의 반발계수(coefficient of constitution)와 볼의 압축강도(볼의 단단한 정도를 나타내는 지수로서 볼의 지름이 일정하게 줄어드는데 필요한 무게로 나타낸다)도 영향을 미치게 된다(Park et al., 2009).

로봇머신의 스윙 스피드를 95 mph로 고정하고 P사의 52 g 그립과 T사의 R-9 모델헤드를 M사 제품 10종의 샤프트로 클럽을 제작하여 샷의 효율성을 조사한 결과 샤프트의 강도가 같더라도 샤프트에 따라 샷의 효율성에 유의한 차이가 나타났다 <Table 4>.

Table 4. T-ratio result

	model	T-ratio	S.D	t-value
High	Xcon6	1.44±0.13	1.42±0.0	2.579*
	Xcon7	1.43±0.16		
	TP7HD	1.43±0.01		
	F7M2LTD	1.42±0.01		
	TP6HD	1.42±0.00		
	Code7	1.42±0.00		
Low	Xcon5	1.42±0.00	1.41±0.00	
	F7M2	1.41±0.01		
	F6M2	1.41±0.01		
	Code6	1.41±0.00		

Note. Significant at * $p<.05$

타-레이시오 상, 하 그룹 간에 차이를 비교한 결과 상위 그룹 타-레이시오는 1.42 ± 0.01 이고 하위 그룹 타-레이시오는 1.41 ± 0.01 로 두 그룹 간에 통계적 유의수준($p<.05$)에서 유의한 차이를 나타냈다. 샤프트 Xcon6, Xcon7, TP7HD모델이 나머지 샤프트에 비해 샷의 효율성이 높은 것으로 나타났다.

3) 발사각 결과

발사각은 임팩트 직후 볼의 비행탄도(trajecory)로서 볼의 비행시간을 좌우하므로 비거리에 영향을 미치게 된다.

로봇머신의 스윙 스피드를 95 mph로 고정하고 P사의 52 g 그립과 T사의 R-9 모델헤드를 M사 제품 10종의 샤프트로 클럽을 제작하여 발사각을 조사한 결과 샤프트의 강도가 같더라도 샤프트에 따라 발사각에 유의한 차이가 나타났다(Table 5).

Table 5. Trajectory result

	model	Trajectory	S.D	t-value
High	F6M2	15.14±0.43	14.97±0.1	5.594*
	Xcon6	15.11±0.25		
	F7M2LTD	15.04±0.24		
	Xcon5	14.82±0.21		
	Code7	14.78±0.34		
	Code6	14.66±0.54		
Low	Xcon7	14.60±0.37	14.30±0.26	
	TP7HD	14.20±0.46		
	TP6HD	14.18±0.35		
	F7M2	14.08±0.34		

Note. Significant at * $p<.05$

발사각 상, 하 그룹 간의 차이를 비교한 결과 상위그룹 발사각은 14.99 ± 0.32 deg 이고 하위그룹은 14.33 ± 0.46 deg 으로 두 그룹 간에 통계적 유의수준($p<.05$)에서 유의한 차이를 나타냈다

본 연구결과 샤프트 F6M2 Xcon6 F7M2LTD 모델은 나머지 샤프트에 비해 볼의 발사 각도를 높일 수 있는 것으로 나타났다. 발사각이 크면 볼의 비행시간은 길어지는 반면 수평속도가 감소하게 되고 반대로, 낮아지면 수평속도는 증가하지만 비행시간이 줄어들게 된다. 따라서 골퍼들은 최대의 비거리를 위한

자신의 적당한 볼의 발사각을 유지하는 것이 매우 중요하다.

볼의 발사각 조절은 주로 헤드의 로프트 각으로 조절하지만 본 연구결과 샤프트에 따라 비행탄도가 달라지는 것으로 나타났다.

2. 헤드 피팅 방법

드라이버 헤드가 볼의 비거리에 영향을 미치는 요소들인 백스핀, 샷의 효율성, 발사각에 미치는 영향을 조사하기 위하여 M사의 동일한 샤프트(X-con5 모델, 245 CPM)에 선수들의 선호도가 높은 6종류의 헤드(크기: 460 cc, 로프트 각: 10도)로 52 g의 투어 벨벳 그립을 사용 하여 스윙 웨이트 D1으로 맞춘 45인치 드라이버를 제작하였으며 헤드의 무게는 납 테이프를 사용하여 동일하게 하여 변인들을 측정하였다. 6 개사의 드라이버 클럽헤드를 가지고 헤드별로 5번씩 측정한 백스핀, 티-레이시오, 발사각을 상위그룹과 하위그룹으로 구분하여 그룹별 평균과 표준편차를 산출하였다.

1) 백스핀 결과

드라이버 클럽 헤드가 볼의 백스핀에 미치는 영향을 분석하기 위하여 6 종류의 선호도가 높은 헤드로 동일한 클럽을 제작하여 로봇머신을 이용하여 일정한 헤드스피드를 놓고 분석한 결과, 헤드 종류에 따라서 백스핀에 차이가 나타났다.

Table 6. Back spin result (unit: rpm)

	model	Back spin	S.D	t-value
High	Taylormade burner 10	3804.00±25.04	3732.06±62.30	5.524**
	Mfs matrix x5	3697.20±16.64		
	Cobra king speed	3695.00±9.84		
	Titlelist 909D	3650.80±40.99		
Low	Callway bb fusion	3592.80±16.64	3603.73±42.66	
	Taylormade Sup. r7	3567.60±30.33		

Note. Significant at ** $p<.01$

백스핀을 비교한 결과 상위 그룹은 3732.06±55.30 rpm 이고 하위 그룹은 3633.73±41.16 rpm으로 두 그룹 간에 통계적 유의수준($p<.01$)에서 유의한 차이를 나타냈다. 동일한 조건에서의 분석에서도 샤프트 뿐 만 아니라 헤드의 특성에 따라서 백스핀

에서 차이가 나타난다는 것을 본 연구결과에서도 나타났다. 이는 샤프트도 매우 중요하지만 헤드의 종류와 특성에 매우 중요하다는 것을 나타냈다고 판단된다.

2) 샷의 효율성 결과

드라이버 클럽 헤드가 샷의 효율성에 미치는 영향을 분석하기 위하여 6 종류의 선호도가 높은 헤드로 동일한 클럽을 제작하여 로봇머신을 이용하여 일정한 헤드스피드를 놓고 분석한 결과, 헤드 종류에 따라서 샷의 효율성에 유의한 차이가 나타났다. 티-레이시오를 비교한 결과 상위 그룹은 1.41±0.15이고 하위 그룹은 1.40±0.00으로 두 그룹 간에 통계적 유의수준($p<.01$)에서 유의한 차이를 나타냈다. 샷의 효율성을 나타내는 항목에서 샤프트와 마찬가지로 헤드도 샷의 효율성을 결정하는데 중요한 요인임을 본 연구결과에서 나타났다. 티-레이시오는 샷의 효율성은 나타내는 지표인데 샷의 효율성을 높이기 위해서는 Taylormade sup. r7, Titlelist 909D, Cobra king speed사의 헤드를 사용하면 티-레이시오의 향상을 가져올 수 있다는 것으로 본 연구결과에서 나타났다.

3) 발사각 결과

드라이버 클럽 헤드가 볼의 발사각에 미치는 영향을 분석하기 위하여 6 종류의 선호도가 높은 헤드로 동일한 클럽을 제작하여 로봇머신을 이용하여 일정한 헤드스피드를 놓고 분석한 결과, 헤드 종류에 따라서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았지만 드라이버 클럽에서 볼의 발사 각도를 높이기 위해서는 Mfs matrix x5 제품과 Taylormade sup. r7 제품을 이용하면 볼의 발사 각도를 높일 수 있는 것으로 나타났다.

Table 7. T-ratio result

	model	T-ratio	S.D	t-value
High	Taylormade Sup. R7	1.43±0.01	1.42±0.01	4.135**
	Titlelist 909D	1.42±0.01		
	Cobra king speed	1.41±0.00		
	Taylormade burner 10	1.40±0.00		
Low	Callway bb fusion	1.40±0.00	1.40±0.00	
	Mfs matrix x5	1.40±0.00		

Note. Significant at ** $p<.01$

Table 8. Trajectory result

(unit: deg)			
	model	Trajectory	S.D
High	Mfs matrix x5	15.16±0.36	15.08±0.07
	Taylormade Sup. R7	15.08±0.13	
	Titeliste 909D	15.02±0.38	
Low	Cobra king speed	14.98±0.17	14.94±0.03
	Taylormade burner 10	14.94±0.11	
	Callway bb fusion	14.92±0.19	

.299

Note. Significant at * $p<.05$

반대로 높은 발사 각도를 줄이기 위해서는 Callway bb fusion 제품을 이용하면 발사 각도가 줄어드는 것으로 나타났다. 본 연구결과에서는 같은 크기, 같은 각도의 헤드에서도 제조회사 별로 조금씩의 차이 있다는 것을 나타냈다. 드라이버 클럽의 헤드 결정 할 때 6개회사의 헤드 특성을 파악하고 선택을 한다면 본인느낌으로 선택하는 것보다 좋은 결과가 있을 것으로 기대된다.

IV. 논 의

골프 경기에서 스코어를 줄이기 위해서는 우선 좋은 스윙을 할 수 있어야 하고, 자신의 스윙에 맞는 클럽을 사용하는 것이 중요하며, 스윙의 특성이 개인의 체격이나 체력, 취향에 따라 다르며 스윙은 여러 가지 이유로 변하게 된다. 개인의 다른 차이와 스윙의 변화에 맞추기 위해서는 클럽의 특성도 변해야 한다. 개인의 신체적 특성, 스윙적 특성을 고려하여 개인에게 맞는 이상적인 클럽을 만들어 가는 일련의 과정이 클럽피팅이라 할 수 있다(Park et al., 2009). 본 연구는 많은 골프선수와 아마추어 골퍼들이 샷의 비거리와 정확성에 가장 민감한 드라이버 클럽의 피팅 방법을 알아보려 하였다. 골프 스윙 중에는 계속적인 회전을 하기 때문에 샤프트의 축이 회전하는 동안 휨 모멘트(Bending moment)의 변화로 인하여 샤프트는 휘어짐(Bending)이 생기므로(Newman, Clay, & Strickland, 1997) 샤프트의 선택은 매우 중요한 부분이다. 또한 헤드의 선택도 본인에게 맞는 타당한 선택보다는 유행이나 마케팅 등의 유혹으로 선택하는 경우가 많다(Hale et al., 1998).

따라서 본 연구는 선호도가 높은 6가지 종류의 헤드와 인지도가 높은 M사의 샤프트 10종을 선택하여서 인간 보다는 일정

한 스윙을 실시 분석 할 수 있는 로봇 스윙 머신을 이용하여 헤드와 샤프트의 특성을 분석한 결과 비거리에 영향을 주는 요인인 백스핀, 티레이시오, 발사각을 분석한 결과 헤드와 샤프트 종류에 따라서 차이가 나타났다.

골프 비거리에 영향을 미치는 변인은 무수히 많지만 그 중에서도 속도변인인 클럽헤드 스피드, 볼 속도, 발사각, 백스핀은 비거리에 매우 큰 영향을 미치는 변인으로 알려져 있다(Broer, 1973; Campbell & Reid 1985). 본 연구에서는 일정한 스윙을 구사하는 로봇스윙 머신을 통하여 같은 헤드스피드로 스윙 하게 하여서 분석한 결과 비거리에 중요한 역할을 하는 백스핀, 티레이시오, 발사각에서 헤드와 샤프트의 종류에 따라서 결과가 달라지는 것을 나타냈다. 비거리에서 헤드스피드와 볼 스피드가 중요하여서 티-레이시오를 측정하였는데 티-레이시오는 볼의 속도를 클럽헤드 속도로 나눈 값으로 샷의 효율성을 나타내는 지표이다(Park et al., 2009). 샷의 효율성을 높이기 위해서는 헤드의 스위트스팟(Sweet spot)에 정확하게 맞히느냐에 따라서 결정되는데 로봇머신은 정확한 스위트스팟을 일정하게 맞추어서 정확한 샷의 효율성을 측정한 결과 샤프트와 헤드의 종류에 따라서 효율성의 차이를 보였으며 티-레이시오를 향상 시키기 위해서는 샤프트와 헤드의 선택이 중요한 요인임을 나타냈다.

백스핀량은 헤드의 로프트각과 헤드 스피드에 비례하는데 동일한 로프트각과 헤드스피드에서도 샤프트와 헤드 종류에 따라서 백스핀에서도 차이가 나타났다. 샤프트 모델 Code 7 모델의 샤프트와 Tp6HD 모델과는 동일한 스펙과 동일한 헤드스피드에서 약 700 rpm의 차이가 나타났으며 헤드에서는 Taylormade burner 모델과 Taylormade r7 모델과는 250 rpm 차이가 나타났다. 백스핀을 향상시키기 위해서는 헤드 보다는 샤프트의 선택이 더 중요한 피팅 요인으로 나타났다.

발사각은 임팩트 직후 볼의 비행탄도(trajecory)로서 볼의 비행시간을 좌우하므로 티-레이시오와 백스핀과 더불어 비거리에 영향을 미치는 중요한 요인인데 샤프트 종류에 따라서 발사각이 차이가 있음을 나타냈다. 동일한 로프트 각의 헤드를 가지고 여러 종류의 샤프트를 분석한 결과 샤프트의 특성에 따라서 발사각이 약 1 deg 이상의 차이가 나타났다.

일반적으로 헤드의 선택이 발사각에 많은 영향을 미치는 것으로 알려져 있지만 본 연구에서 동일한 로프트 각도의 헤드와 동일한 스펙의 샤프트로 분석한 결과 발사각을 효율적으로 높이기 위해서는 헤드 보다는 샤프트의 선택이 더 중요한 것으로 나타났다.

이러한 차이는 골프 비거리에 영향을 미치는 두 가지 요인인 좋은 스윙 기술과 자신에 맞는 골프 클럽 선택 중에서 좋은 스윙 기술적인 부분에 선수와 연구의 초점이 맞추어져 있는 것으로 판단되며 향후 로봇머신을 이용하여 정확한 골프 클럽 선택 및 피팅에 대한 관심과 연구가 기대된다.

V. 결 론

골프의 비거리를 향상시키기 위한 샤프트와 헤드의 피팅 방법을 제시하기 위하여, 동일한 클럽제작과 스윙 조건에서 샤프트와 헤드가 볼의 백스핀, 샷의 효율성, 발사각에 미치는 영향을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 본 연구에서 샤프트가 10가지 샤프트 종류를 로봇머신을 이용하여 일정한 헤드스피드로 놓고 동일한 헤드로 분석한 결과 백스핀, 티-레이시오, 발사각에서 샤프트 별로 차이가 나타났으며 이를 상위그룹, 하위그룹으로 구분하여 통계분석을 실시한 결과 그룹 간에 백스핀, 티-레이시오, 발사각에서 두 그룹 간에 유의한 차이를 나타냈다($p < .05$) 따라서 샤프트의 선택 및 피팅이 골프경기력에 중요한 요인임을 본 연구결과에서 나타냈다.
2. 6가지 헤드 종류를 로봇머신을 이용하여 일정한 헤드스피드로 놓고 동일한 샤프트로 분석한 결과 백스핀, 티-레이시오 에서 헤드 별로 차이가 나타났으며 이를 상위그룹, 하위그룹으로 구분하여 통계분석을 실시한 결과 그룹 간에 백스핀, 티-레이시오 에서 두 그룹 간에 유의한 차이를 나타냈다($p < .05$). 본 연구결과 헤드의 선택이 백스핀, 티-레이시오에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났으며 클럽 피팅 및 경기력에 많은 영향을 미치는 중요한 요인이라는 것을 나타냈다.

따라서 기존의 사용 중인 샤프트나 헤드를 본 연구의 결과를 토대로 자신의 부족한 점을 찾아내어서 샤프트와 헤드의 피팅을 통하여 비거리를 향상시킬 수 있는 방법을 본 연구에서 제시하였다고 판단된다.

참고문헌

- Broer, M. R.(1973) *The Efficiency of Human Movement 3rd ed*, Philadelphia, W. B. Saunders Co., 234-248.
- Campbell, K. R., & Reid, R. Z.(1985). The Application of optimal Control Theory to Simplified Models of Complex Human Motions: *The Golf Swing, Biomechanics*, 527-532.
- Chatterjee, S., Wiseman, F., & Perez, R.(2002). Studing improved performance in golf. *Journal of Applied Statistics*, 29(8).
- Golf Magazine (2004). *Swing Path Ology*, 78.
- Hale, T., Bunyan, P., & Squires, S.(1998). Does it matter what driver you. In A, J Cochran & M. R. Farrally (EDS). *Science and Golf III: Proceeding of the World Scientific Congress of Golf*, 563-567.
- Hay, J. G.(1985) *The Biomechanics of Sports Techniques*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Heuler, O.(1996) *Golf Swing Basics*(E. Reinersmann, Trans.). New York, Sterling Pub. Co.
- Hong, J. J., Kim, Y. I.(2000). Three-dimensional kinematic analysis of the golf swing due to the changes of the length of the driver's shaft, *The Korean Journal of Physical Education*. 39(4) 745-754.
- Kim, S. I., Kim, G. H., Kim, H. S., Lee, H. S., Kim, J. U., Ahn, C. G., & Kim, H. J.(2002). Analysis of golf swing movement based on club shaft. *Korean Journal of Sport Biomechanics*. 12 (2). 17-32.
- Kim, S. H., Cho, J. R., Ryu, S. H., & Choi, J. Y.(2004) Finite element analysis for evaluation of landing impact of court sports shoes. *The Association of Korea Mechanical Engineers, Spring Conference*. 438-443.
- Newman, S., Clay, S., & Strickland, P.(1997). The dynamic flexing of a golf club shaft during a typical swing. *Mechatronics and Machine Vision in Practice*.
- Park, Y. J.(2004). *Swing and Golf Club*. Seoul, Academy Book.
- Park, Y. J., & Jeon, J. H.(2009), *Golf club production and fitting for improving golf technology*, Seoul, Daehan Media.
- Park, S. J., & Park, Y. J.(2008). The research of crystal strength of golf club shaft, *Journal of Sport and Leisure Studies*, 32, 827-835.
- Pelz, D.(1990). A simple, scientific, shaft test: steel versus graphite. In A. J. Cochran & M. R. Farrally(Eds), *Science and Golf I Proceedings of the World Scientific Congress of Golf*, 43-45.
- PGA of America.(1990). *PGA Teaching Manual Palm Beach Gardens FL*: PGA of America.
- Newman, S., Clay, S., & Strickland, P.(1997). The dynamic flexing of a golf club shaft during a typical swing. *Mechatronics and Machine Vision in Practice*.